

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-209286

(43)Date of publication of application : 25.07.2003

(51)Int.Cl.

H01L 33/00

(21)Application number : 2002-042417

(71)Applicant : NICHIA CHEM IND LTD

(22)Date of filing : 20.02.2002

(72)Inventor : KITANO AKIYUKI

(30)Priority

Priority number : 2001343438

Priority date : 08.11.2001

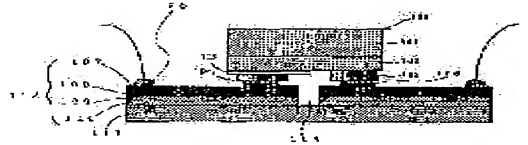
Priority country : JP

(54) LIGHT EMITTING DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a highly reliable light emitting device with especially high light emitting efficiency capable of emitting light at high luminance regarding the light emitting device utilizing a nitride semiconductor light emitting element.

SOLUTION: The light emitting device is provided with a light emitting element having a pair of positive and negative electrodes on the same surface side, and a support having an external electrode separately stacked on an insulating substrate surface. The upper surface of the external electrode is covered with a reflection layer having a through-hole and the respective electrodes of the light emitting element face an external electrode surface exposed from the through-hole through a bump having at least one kind of the same materials as the external electrode. Further, the light emitting device is provided with an external reflection layer mounted on the support, and provided with the through-hole capable of housing the light emitting element and an internal reflection layer composed of the same material as the external reflection layer between the respective electrodes and the external electrode.



(51) Int. Cl. ⁷
H01L 33/00

識別記号

F I
H01L 33/00テーマコード (参考)
E 5F041
C

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全22頁)

(21) 出願番号 特願2002-42417 (P 2002-42417)
(22) 出願日 平成14年2月20日 (2002. 2. 20)
(31) 優先権主張番号 特願2001-343438 (P2001-343438)
(32) 優先日 平成13年11月8日 (2001. 11. 8)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

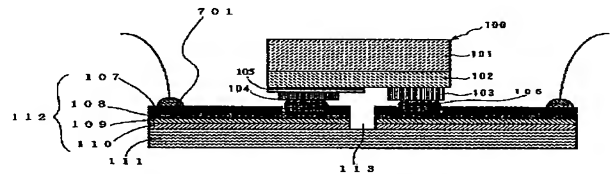
(71) 出願人 000226057
日亜化学工業株式会社
徳島県阿南市上中町岡491番地100
(72) 発明者 北野 晃行
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日亜化学工業株式会社内
Fターム (参考) 5F041 AA04 AA25 AA43 CA12 CA40
CA82 CA92 CA98 DA04 DA09
DA19 DA34 DA35 DA36 DA39
DA41

(54) 【発明の名称】 発光装置およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 窒化物半導体発光素子を利用した発光装置に関わり、特に発光効率が高く、高輝度に発光可能な信頼性の高い発光装置を提供すること。

【解決手段】 同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、を備えた発光装置において、外部電極の上面は、貫通孔を有する反射層にて覆われ、発光素子の各電極は、外部電極と同一材料を少なくとも一種有するパンプを介して貫通孔から露出された外部電極表面と対向していることを特徴とする発光装置である。さらには、支持体上に載置され発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、各電極間から外部電極間にかけて、外部反射層と同一材料からなる内部反射層とを有することを特徴とする発光装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、を備えた発光装置において、前記外部電極の上面は、貫通孔を有する反射層にて覆われ、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向していることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】 前記発光素子は、モールド部材で封止されていることを特徴とする請求項 1 記載の発光装置。

【請求項 3】 同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置において、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向しており、前記各電極間から前記外部電極間にかけて、前記外部反射層と同一材料からなる内部反射層を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 4】 前記外部反射層の内壁はテーパ形状であり、前記内部反射層の外壁は逆テーパ形状であることを特徴とする請求項 3 に記載の発光装置。

【請求項 5】 前記外部反射層内部は、モールド部材を有することを特徴とする請求項 3 乃至 4 に記載の発光装置。

【請求項 6】 同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置の製造方法において、前記支持体上に、前記外部電極の各表面の一部が露出される貫通孔を有する反射層を、硬化状態において弾力性を有する部材にて形成する第 1 の工程と、前記各貫通孔内にそれぞれバンプを形成する第 2 の工程と、前記発光素子の各電極を前記バンプと対向させ、前記発光素子を前記支持体方向に押しつけ電気的に接続させる第 3 の工程と、を有することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 7】 前記反射層は、内部に離型剤が塗布された金型にて形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、窒化物半導体発光素子を利用した発光装置に関わり、特に発光効率が高

く、高輝度に発光可能な信頼性の高い発光装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 2 】

【従来技術】 L E D チップをフリップチップ実装で支持体の外部電極に接合する場合において、近年超音波を利用した新しい接合技術が登場し主流となりつつある。この超音波接合方式は、以下のようなものである。

【 0 0 0 3 】 まず、ステージ上に載置した支持体の導電体上に A u バンプを形成する。

10 【 0 0 0 4 】 次に、同一面側に正負両電極が設けられている L E D チップの電極面を下側にして、上記 A u バンプと、L E D チップの A u を含む正負両電極面とを接触させる。

【 0 0 0 5 】 最後に、外部電極、L E D チップの正負両電極面、および A u バンプが加温されている状態で、外部電極上面と L E D チップ電極面の間隔が狭くなるように圧力を加えながら、外部電極、L E D チップの正負両電極面、および A u バンプに超音波振動を当てる。このときの熱と超音波振動による摩擦熱で A u バンプの支持体および正負両電極面との接触部分が融解し、これを放置冷却すると A u バンプは、支持体の導電体上面および正負両電極面に固着される。

【 0 0 0 6 】 このようにして、A u バンプを介して支持体の外部電極と L E D チップの正負両電極とを接合し、両者の電気的導通が図られる。

【 0 0 0 7 】 ここで、フリップチップ実装とは同一面側に正負両電極が設けられている半導体チップの電極面を下側にして、支持体の導電体に直接面接続する方法をいう。

30 【 0 0 0 8 】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、青色等の波長の短い光を発光する L E D チップと、A u メッキした支持体とを使用して発光装置を形成する場合、A u は青色等の波長の短い光に対して反射率が低いことから、光取り出し効率の向上が図れない。また、光反射率の高い A g 等を支持体上のメッキ材料として使用した場合、支持体の A g メッキされた部分の上に形成した A u バンプと、L E D チップの A u を含む正負両電極を接合することは、異なる材料間での接合となるため、超音波を利用した接合方式では接合強度の低下を生じ、生産性の低下を招いていた。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】 本発明は、同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、を備えた発光装置において、前記外部電極の上面は、貫通孔を有する反射層にて覆われ、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向していることを特徴とする発光装置である。

50

【 0 0 1 0 】本発明の請求項 1 に記載の構成とすることにより、同一材料を少なくとも一種有するバンプを介して、発光素子の各電極と外部電極とを超音波ダイボンドすることで、同種類の金属元素を含む部分同士の接合となるため、接合強度を高く保つことが可能である。また、反射層の材料として青色より波長の短い光に対しても高反射率を保つ金属を使用し、青色より波長の短い光を発光する発光装置とした場合、光取り出し効率を向上させることが可能である。

【 0 0 1 1 】請求項 2 に記載の発明は、前記発光素子は、モールド部材で封止されていることを特徴とする請求項 1 に記載の発光装置である。

【 0 0 1 2 】本発明の請求項 2 に記載の構成とすることにより、発光素子などを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護することができる。

【 0 0 1 3 】請求項 3 に記載の発明は、同一面側に正負一対の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置において、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向しており、前記各電極間から前記外部電極間にかけて、前記外部反射層と同一材料からなる内部反射層を有することを特徴とする発光装置である。

【 0 0 1 4 】本発明の請求項 3 に記載の構成とすることにより、反射層として、拡散剤を含むシリコン樹脂等の柔らかく弾力性に富む樹脂を本発明に独特の形状に成型して使用すると、光取り出し効率を向上させることができるだけでなく、放熱効果も高めることができる。

【 0 0 1 5 】請求項 4 に記載の発明は、前記外部反射層の内壁はテーパ形状であり、前記内部反射層の外壁は逆テーパ形状であることを特徴とする請求項 3 に記載の発光装置である。

【 0 0 1 6 】本発明の請求項 4 に記載の構成とすることにより、外部反射層を僅かに変形させるだけで LED チップ側面に密着させることができ、内部反射層を LED チップの正負両電極間から外部電極間にかけて隙間なく存在させることができる。

【 0 0 1 7 】請求項 5 に記載の発明は、前記外部反射層内部は、モールド部材を有することを特徴とする請求項 3 乃至 4 に記載の発光装置である。

【 0 0 1 8 】本発明の請求項 5 に記載の構成とすることにより、発光素子などを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護することが可能である。

【 0 0 1 9 】請求項 6 に記載の発明は、同一面側に正負一対の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置の製造方法において、前

記支持体上に、前記外部電極の各表面の一部が露出される貫通孔を有する反射層を、硬化状態において弾力性を有する部材にて形成する第 1 の工程と、前記各貫通孔内にそれぞれバンプを形成する第 2 の工程と、前記発光素子の各電極を前記バンプと対向させ、前記発光素子を前記支持体方向に押しつけ電氣的に接続させる第 3 の工程と、を有することを特徴とする発光装置の製造方法である。

【 0 0 2 0 】本発明の請求項 6 に記載の方法とすることにより、反射層として、硬化状態において弾力性を有する部材を本発明に独特の形状に成型して使用し、光取り出し効率、および放熱効果を向上させた発光装置が容易に製造できる。即ち、従来は LED チップを支持体上にダイボンドした後、LED チップと支持体との間に樹脂等を隙間なく流し込むのは非常に手間のかかる作業であったが、本発明による方法により、反射層を支持体上に予め成型した後、LED チップをダイボンドすることで作業性を向上させることができる。

【 0 0 2 1 】請求項 7 に記載の発明は、前記反射層が、内部に離型剤が塗布された金型にて形成されることを特徴とする請求項 6 に記載の発光装置の製造方法である。

【 0 0 2 2 】本発明の請求項 7 に記載の方法とすることにより、硬化状態において弾力性を有する部材を硬化させた後、金型を取り外す際に金型表面への該部材の付着が防止され、金型表面と該部材が剥離しやすくなるため、作業性よく反射層を成型することができる。

【 0 0 2 3 】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の検討の結果、外部電極の上面には、貫通孔を有する反射層と貫通孔から露出された外部電極とを有し、発光素子の各電極は、貫通孔から露出された外部電極と、外部電極に含有された同一材料を少なくとも一種以上有するバンプを介して接続することで光取り出し効率や接合強度を低下させることのない発光装置を提供することを可能とした。即ち、図 1 に示すように、本発明の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂 1 1 1 上に Cu、Ni、Au、Ag 層が順に積層され、絶縁部 1 1 3 によって分離されることにより形成された外部電極を有している。本実施例において反射層として使用される Ag 層 1 0 7 には貫通孔が設けてあり、その貫通孔によって Au 層 1 0 8 の上面が露出している。そして、本実施例にかかる発光装置は、LED チップ 1 0 0 の正負一対の両電極がリップチップ実装により Ag 層に設けられた貫通孔内の Au バンプ 1 0 6 を介して Au 層 1 0 8 とボンディング（接合）されてなる。さらに、Ag 層 1 0 7 は外部配線 7 0 1 と接続されている。

【 0 0 2 4 】また、図 2 に示されるように、本発明の別の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂 1 1 1 上に Cu、Ni、Au 層が順に積層され、絶縁部 1 1 3 によって分離されることにより形成された外部電

極を有している。そして、本実施例にかかる発光装置は LED チップ 100 の正負一對の両電極がフリップチップ実装により、Au パンプを介して Au 層 108 とボンディング（接合）されてなり、硬化状態において弾力性に富む樹脂からなる外部反射層 201 が LED チップ 100 の周囲に設けられ、内部反射層 202 は LED チップの電極面と支持体上面との隙間に入り込んでいる。さらに、Au 層 108 は外部配線 701 と接続されている。

【0025】ここで、LED チップ 100 の負電極 103 および正電極 104 と支持体上面の外部電極とのボンディングは、超音波接合方式により行われる。

【0026】以下、本発明の実施の形態の各構成について詳述する。

【LED チップ 100】本発明における発光素子として、本実施の形態では LED チップ 100 が使用される。本発明において使用される半導体発光素子としては、ZnSe や GaN など種々の半導体を使用したものを挙げることができるが、蛍光物質を使用する場合には、その蛍光物質を効率良く励起できる短波長が発光可能な窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$, $0 \leq x, 0 \leq y, x+y \leq 1$) が好適に挙げられる。半導体の構造としては、MIS 接合、PIN 接合や pn 接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0027】窒化物半導体を使用した場合、半導体用基板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO 等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化物半導体を量産性よく形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上に MOCVD 法などを用いて窒化物半導体を形成させることができる。サファイヤ基板上に GaN、AlN、GaAlN 等のバッファ層を形成し、その上に pn 接合を有する窒化物半導体を形成させる。

【0028】窒化物半導体を使用した pn 接合を有する発光素子例として、バッファ層上に、n 型窒化ガリウムで形成した第 1 のコンタクト層、n 型窒化アルミニウム・ガリウムで形成させた第 1 のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、p 型窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第 2 のクラッド層、p 型窒化ガリウムで形成した第 2 のコンタクト層を順に積層させたダブルヘテロ構成などが挙げられる。

【0029】窒化物半導体は、不純物をドーブしない状態で n 型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望の n 型窒化物半導体を形成させる場合は、n 型ドーパントとして Si、Ge、Se、Te、C 等を適宜導入する

ことが好ましい。一方、p 型窒化物半導体を形成させる場合は、p 型ドーパントである Zn、Mg、Be、Ca、Sr、Ba 等をドーブさせる。窒化物半導体は、p 型ドーパントをドーブしただけでは p 型化しにくいので p 型ドーパント導入後に、炉による加熱やプラズマ照射等により低抵抗化させることが好ましい。

【0030】基板にサファイア等の絶縁性基板を用いた場合、正負両電極形成後、半導体ウェハーからチップ状にカットすることで、同一面側に正負両電極が設けられる窒化物半導体チップが得られ、発光素子を形成することができる。ここで、互いに平行な正負両電極を形成すると、本発明による支持体に対して安定に実装でき、また、電極間を流れる電流が均一になることにより発光素子の発光面からの発光が均一になるため好ましい。

【外部電極 112】本発明における外部電極 112 は、絶縁性基板上面に分離して形成される。ここで、本発明における外部電極 112 は、絶縁性基板上面の全面に形成されてもよいが、絶縁性基板上面の一部に様々な導通パターンで形成されてもよい。外部電極 112 を形成する金属は、金属相互間の接着性の良さ、いわゆる濡れ性を考慮して選択される。Au パンプを介して、Au を含む LED チップの電極とを超音波ダイボンドにより接合する場合、接合層は Au 層とする。ここで、接合層とは、外部電極を構成する層のうちの一つであり、同一面側に正負両電極が設けられた LED チップの電極とそれぞれ対向しパンプを介して接合される上面を有する層である。

（絶縁性基板）本発明において絶縁性基板として使用されるガラスエポキシ樹脂 111 は、他のエポキシ樹脂等と比較して容易に入手可能かつ耐熱性に優れ、さらに機械的強度も大きいので、本発明において好適に使用される。

（Cu 層 110）絶縁部 113 が形成される部分に金型を設置したガラスエポキシ樹脂の板の上面に無電解メッキにより、Cu 層 110 を形成する。ここで、Cu は他の金属に比較して熱伝導性がよいので、本発明の発光装置における外部電極を形成する金属として好適に利用され、Cu 層は他の外部電極より厚めに形成しても構わない。また、絶縁部 113 が形成される部分の金型の厚さは外部電極 112 全体の厚さより大きいものとする。

（Ni 層 109）Cu 層 110 上に、Cu に対して濡れ性のよい金属のうちの一つである Ni の層、即ち Ni 層 109 を無電解メッキにより形成する。Ni 層 109 は、その上に形成される Au 層 108 より熱伝導率が低いので、他の外部電極と比較すると、層の厚さを薄くして形成されることが好ましい。これにより発光装置の放熱性を向上させることができる。

（Au 層 108）Ni 層 109 上に、Ni に対して濡れ性のよい金属のうちの一つである Au の層、即ち Au 層 108 を電解メッキにより形成する。他の外部電極と比

較すると、Auは高価であるため発光装置全体の生産コストを上げることとなる。そこで、膜厚を容易に制御してメッキすることが可能な電解メッキにより、他の外部電極より薄いAu層108を形成することが好ましい。

〔Ag層107〕Ag層107の貫通孔の形成個所に金型を設置した後、Au層108上に無電解メッキによりAg層107を形成する。Agは、Auに対して濡れ性のよい金属のうちの一つであり、また、発光素子から出光してきた光を反射させて発光観測面に光を取り出すための反射層としても使用される。Agが反射層として使用されると、他の外部電極と比較して青色より短い波長の光に対しても高反射率を保ち、光取り出し効率の向上が図れるため、本発明における外部電極を構成する金属として好適に使用される。Agに代わる他の金属材料としてAl、Pt、Pd、Rh、W、Ta、Re、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni等を用いて反射層を形成してもよい。特に、Agに代わる他の金属材料としてAlを用いて反射層を形成すると、Alは、他の金属材料と比較して、可視光領域の光だけでなく、青色より短い波長の光に対しても高反射率を保つため、光取り出し効率の向上が図れる。

〔0031〕以上のようにCu層110、Ni層109、Au層108、およびAg層107を形成した後、絶縁部113が形成される部分に設置した金型、およびAu層108上の金型を除去すると、ガラスエポキシ樹脂の板上に外部電極が形成された、本発明に独特の支持体が完成される。本発明に独特の支持体は、LEDチップの他、レーザダイオードなど、同一面側に正負対の両電極を有する種々の半導体チップに対しても使用可能である。

〔バンプ106〕本発明において、LEDチップの正負両電極と外部電極とのダイボンドに使用されるバンプは、正負両電極および外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプである。例えば、超音波ボンディングにおいて一般的に使用されるAuバンプ、Auを含む合金等からなるバンプである。本発明におけるLEDチップの電極に含まれる金属元素であって、反射層の貫通孔から露出された外部電極表面に含まれる金属元素でもある、Auをバンプの材料としても使用することは、同一種類の金属元素を含む材料同士の接合を行うことで接合強度が増すため好ましい。

〔反射層〕

〔外部反射層201、内部反射層202〕本発明における反射層としては、貫通孔を有するAg層が利用される他、Ag層の代わりに、硬化状態において弾力性を有する部材、例えばシリコン樹脂を使用することにより反射層が形成される。Ag層の代わりに硬化状態において弾力性を有する部材を含む反射層を形成した発光装置の模式断面図を図2に示す。硬化状態において弾力性を有する部材としては、バンプの数も考慮しながら、LEDチ

ップの電極と外部電極とをバンプを介して接合した際、それらの接合力の方が、収縮した部材の弾性力よりも十分大きく、接合強度の低下を招かない弾力性を有する部材が選択される。

〔0032〕図7(j)および図8に示されるように、LEDチップ実装前に支持体上に形成した反射層は、外部電極上のバンプ形成箇所から開口方向に広がる形状(テーパー形状)の貫通孔を少なくとも2つ有し、ダイボンド時にLEDチップを収納可能な厚さを有する反射層である。該反射層の全体の外形は、図8に示されるような直方体型の他、円柱型、多角柱型等いかなる形でもよく、二つの貫通孔の存在により内部反射層202の周囲に外部反射層201が存在し、二カ所で両者が繋がった形となっている。外部反射層201および内部反射層202は、外部電極上に同一材料で同時成型される。また、LEDチップ実装前の上記貫通孔の形状は、円錐状、三角錐状、四角錐状等の多角錐状、等が考えられる。

〔0033〕本実施の形態では、硬化状態において弾力性を有する部材として、硬化後の硬度(JIS-A)32、無色透明のシリコン樹脂が使用されるが、これに限定されない。シリコン樹脂は硬化状態において柔らかく弾力性に富むため、図7(j)に示されるように外部反射層201および内部反射層202を成型した後、LEDチップを基板の側から押さえつけるようにして超音波ダイボンドすると、外部反射層201は、僅かに変形してLEDチップ側面に密着し、内部反射層202は、LEDチップの正負両電極間から外部電極間にかけて隙間なく存在する状態に変形する。従って、LEDチップの電極面あるいは側面と樹脂との間に空気がほとんど存在せず、発光素子から出光する光が空気によって複雑に屈折したり、発光素子からの熱が熱伝導率の低い空気を介して放熱されることはないため、光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まる。特に、LEDチップの正負両電極間から外部電極間にかけて絶縁部113上方に形成される内部反射層202は、ダイボンドの前に予め、外部配線701を接続する側の外部反射層201の高さより数十μm厚く形成される。そのため、LEDチップがダイボンドされる際、内部反射層202は、加圧により押し縮められるが柔らかく弾力性に富むため、LEDチップの電極面と支持体との間に生じる小さな隙間にも入り込み、該隙間は内部反射層を形成する樹脂で満たされる。従来は、LEDチップを支持体にダイボンドした後、LEDチップの電極面と支持体との間に生じた隙間を埋めるためにLEDチップの横方向から熔融状態の樹脂を流し込む作業が必要であったが、完全に隙間無く樹脂を流し込むのは非常に手間のかかる作業であり、作業性を低下させていた。しかし、本発明においては、反射層を支持体上に樹脂にて予め成型した後、LEDチップをダイボンドすることにより作業性を向上させることが

できる。

(金型 601) 硬化状態において弾力性を有する部材を含む反射層における上記貫通孔は、図 7 (h) あるいは図 10 に示されるように、Au 層 108 上のバンプ形成箇所に向かって細くなる形状 (円錐状、三角錐状、四角錐状等の逆テーパ形状) の部分を有する金型 601 を使用することにより成型される。このような形状部分を有する金型を使用して樹脂を成型後すると、金型は樹脂から剥離し易くなるため好ましい。さらに、このような形状の金型により成型された樹脂は変形し易いため、外部反射層は LED チップ側面に密着し、内部反射層は LED チップの正負両電極間から外部電極間にかけて隙間なく存在することとなる。

(離型剤) 金型は、樹脂との接触面に離型剤を塗布され、離型剤の膜が形成されていることが好ましい。このようにしておく、Au 層 108 上を溶解した樹脂で満たし、樹脂を硬化させた後、金型を取り外す際、金型に樹脂が付着せず、金型と樹脂が離れやすくなるため、作業性よく成型することができる。本実施の形態においては、離型剤としてフッ素系離型剤を使用した。このフッ素系離型剤は、型汚れし難いため、成型する樹脂の表面を汚して透光性の低下を引き起こすことがなく、さらにフッ素系化合物特有の低表面張力、非粘着性、撥水撥油性等を有しており、本実施例のような複雑な形状を有する金型を使用して樹脂を含む反射層を成型する際の使用に最も適している。

(拡散剤) 本実施の形態における反射層として使用される樹脂には、発光装置の発光輝度を向上させるために拡散剤を含有させる。外部反射層 201、および内部反射層 202 に含有される拡散剤は、発光素子から放出される光のうち発光観測面側に放出される光の散乱吸収を少なくし、光反射層側面に向かう光を多く散乱させることで発光装置の発光輝度を向上させるものである。このような拡散剤としては、酸化バリウム、チタン酸バリウム、酸化バリウム、酸化珪素、酸化チタン、酸化アルミニウム等の無機部材やメラミン樹脂、CTUG アナミン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂などの有機部材が好適に用いられる。

【0034】同様に、外来光や発光素子からの不要な波長をカットするフィルター効果を持たすために各種着色剤を添加させることもできる。さらに、発光素子からの発光波長によって励起され蛍光を発する蛍光物質を含有させることもできる。また、樹脂の内部応力を緩和させる各種フィラーを含有させることもできる。

【モールド部材 301】本発明において、モールド部材 301 は、LED チップ 100 および反射層 201 を封止し、又は LED チップ 100 と外部反射層 201 の内壁との隙間を埋め、発光素子などを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護するために用いられる。モールド部材 301 の形状を種々に変えることによって発

光素子から放出される光や受光素子が受光する光の指向特性を種々選択することができる。即ち、モールド部材 301 の形状を凸レンズ形状、凹レンズ形状とすることによってレンズ効果をもたすことができる。そのため、所望に応じて、ドーム型、発光観測面側から見て楕円状、立方体、三角柱など種々の形状を選択することができる。

【0035】光半導体素子用の具体的モールド部材としては、耐光性、透光性に優れたエポキシ樹脂、アクリル樹脂、イミド樹脂、シリコン樹脂などの有機物質や硝子など無機物質を選択することができる。また、モールド部材に発光素子からの光を拡散させる目的で酸化アルミニウム、酸化バリウム、チタン酸バリウム、酸化珪素などを含有させることもできる。同様に外来光や発光素子からの不要な波長をカットするフィルター効果を持たすために各種着色剤を添加させることもできる。さらに、発光素子からの発光波長によって励起され蛍光を発する蛍光物質を含有させる。また、モールド樹脂の内部応力を緩和させる各種フィラーを含有させることもできる。

(異方性導電層) 本実施の形態において、上記発光素子は、正負一対の電極が設けられた電極形成面側が支持体上の外部電極と対向するように配置され、連続した異方性導電層を介してフリップチップ実装されてもよい。即ち、上述した外部反射層 201 および内部反射層 202 に変えて、該外部反射層 201 および内部反射層 202 と同じ位置に異方性導電層を形成しても構わない。

【0036】本発明において異方性導電層は、熱可塑性又は熱硬化性を有する有機物又は無機物からなる接着剤中に、発光素子からの光を効率よく反射することが可能であって、かつ導電性を有する導電粒子が分散されている。具体的導電粒子として、Ni 粒子や、プラスチック、シリカ等の粒子表面に Ni や Au 等からなる金属コートをも有するものが挙げられる。本発明において導電粒子の含有量は、前記接着剤に対して 0.3 vol% 以上 1.2 vol% 以下が好ましく、このような異方性導電層は、発光素子を実装する際の加熱及び加圧により容易に層の膜厚方向間において高い導電性を得ることができる。一方、層の面方向では導電粒子の充填量が少ないため導電粒子同士の接触による隣接電極間の短絡が発生せず高い絶縁性を維持することができる。より好ましくは、異方性導電層において 1 mm³ 当たりの粒子数が 3500 個以上 5000 個以下であると、各電極間のピッチが狭い小型発光素子を信頼性高く基面上の外部電極と微細接続することができる。更に、異方性導電層にて発光素子からの光を効率よく反射散乱させることができる。

【0037】本発明において、前記異方性導電層は、それぞれ対向した発光素子表面と外部電極面との間を密閉していると共に、発光素子の側方端面の一部を直接被覆している。これにより、発光素子から発光される光の一

部を異方性導電層中に取り込み、前記異方性導電層中の導電粒子にて反射散乱し、発光装置の正面方向へ光を取り出すことができる。また、LEDチップの電極面と外部電極表面との間には異方性導電層の存在により、隙間が全く存在せず、光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まる。

【0038】本発明の一実施例における発光装置の形成方法として、液状の異方性導電層材料が、外部電極表面に予め形成したパンプを適度に覆い、かつチップの大きき程度に広がる状態にした後に超音波接合を行う方法をとる。このような形成方法とすると、チップの電極面と外部電極表面は、異方性導電層に含まれる接着剤、およびパンプの両方を介して接合されるため、その接合強度が倍増する。更には、所望の形状に電極を折り曲げる工程を行う際に発光装置全体に外力が加わった場合であっても、弾力性に富んだ樹脂を含む異方性導電層にて応力が緩和され上記接合を保持することができるので、信頼性の高い発光装置とすることが可能である。

【0039】

【実施例】以下、本発明に係る実施例について詳述する。なお、本発明は以下に示す実施例のみに限定されるものではない。

【実施例1】図1に示すように、本発明の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂111上にCu、Ni、Au、Ag層が順に積層され、絶縁部113によって分離されることにより形成された外部電極を有している。本実施例において反射層として使用されるAg層107には貫通孔が設けてあり、その貫通孔によってAu層108の上面が露出している。そして、本実施例にかかる発光装置はLEDチップ100の正負一対の両電極がフリップチップ実装により、Ag層に設けられた貫通孔内のAuパンプを介してAu層108とボンディング（接合）されてなる。さらに、Ag層107は外部配線701と接続されている。

【0040】本実施例における外部電極112の形成方法を、図5および図6を参照しながら、以下、順を追って説明する。さらに、図1に示されるような発光装置の製造方法を説明する。

（工程1）図5（a）および（b）に示すように、ガラスエポキシ樹脂板の上面の所定の位置に、外部電極112の厚さ以上の厚さを有する金型401を設置した後、銅の融解液に浸し、無電解メッキにより、ガラスエポキシ樹脂の板上に厚さ18〜70μmのCu層110を形成する。ここで、ガラスエポキシ樹脂の板の上面は、LEDチップ基板の上面よりも十分大きい面積を有し、さらにガラスエポキシ樹脂の板の厚さは任意であるものとする。また、本工程で使用する金型401は、外部電極を絶縁分離させる絶縁部113を形成させるためにマスクとして使用するものである。

（工程2）Cu層110を形成した後、支持体をニッケ

ルの融解液に浸し、無電解メッキにより、図5（c）に示されるような厚さ4.0μmのNi層110をCu層110上に形成する。

（工程3）Ni層109を形成した後、支持体を金の融解液に浸し、電解メッキにより膜厚を制御しながら、図5（d）に示されるような厚さ0.3〜2.0μmのAu層108をNi層109上に形成する。

（工程4）接合層となるAu層108を形成した後、図6（e）に示されるように、Au層108上のパンプ設置個所に金型501を設置し、支持体を銀の融解液に浸し、無電解メッキにより、図5（f）に示されるように、Au層108上に厚さ5.0μmのAg層107を形成する。ここで、本工程において使用する金型501は、Ag層107に対して貫通孔を設けるためにマスクとして使用するものである。

（工程5）金型401及び501を取り外すことにより、図6（g）に示されるように、上面に外部電極112が形成された支持体を得ることができる。即ち、ガラスエポキシ樹脂111上にCu、Ni、Au、Ag層が順に積層され、絶縁部113によって分離されることにより外部電極112が形成されている。本実施例において反射層として使用されるAg層107に対しては貫通孔が設けてあり、その貫通孔によりAu層108上面が露出している。

（工程6）以上の工程により形成された2つの貫通孔内のAu層108上面に、Auパンプ106をそれぞれパンプボンダーによりボンディングする。ここで、それぞれの貫通孔内に複数のパンプをボンディングしてもよい。このようにパンプの数を増やすと、LEDチップの正負両電極と外部電極のAu層108との接合強度が高まるため好ましい。Auパンプ106の高さはAg層107の厚さより十分高く、かつAuパンプ106の量はLEDチップの正負両電極と外部電極のAu層108との電氣的導通が取れる程度であることが好ましい。このようにパンプの量を調節すると、LEDチップの電極103、104は、貫通孔の上方でAuパンプと接触しAuパンプを介して外部電極のAu層108と接合するため、LEDチップの正負両電極と外部電極のAu層108との電氣的導通を確実にし製造歩留まりの低下を防ぐことができる。本実施例では、最大径が約80μm、最大高さが約40μmのAuパンプをボンディングした。

【0041】Auパンプ106上面にLEDチップの正負両電極面を接触させ、保温状態にあるLEDチップの基板の側から加圧しながら超音波を当てることにより、Auパンプ106を介してLEDチップの正負両電極とAu層108とを対向させて接合した。上記Auパンプを介した接合強度は、パンプ一個当たり、約50gfで

あった。

(工程 7) 最後に、LEDチップごとに支持体をカットし、外部配線 701 と接続すると、図 1 に示されるような発光装置が一度に複数個得られる。なお、同一の支持体上に複数の LEDチップがダイボンドされているように支持体をカットしても構わない。また、カット後の支持体の形状は、矩形の他、如何なる形状でも構わない。

【0042】実施例 1 のような構成にすると、LEDチップの電極材料として使用される Au をバンプの材料としても使用しており、同一の金属を使用することで接合強度が増すため好ましい。さらに、Au 層 108 上のバンプ設置個所以外に形成されている Ag 層 107 は、Au 等と比較して青色より短い波長の光に対しても高反射率を保つため、反射層として使用すると、光取り出し効率の向上を図ることができる。

【実施例 2】図 2 あるいは図 9 に示されるように、本発明の別の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂 111 上に Cu、Ni、Au 層が順に積層され、絶縁部 113 によって分離されることにより形成された外部電極を有している。そして、本実施例にかかる発光装置は LEDチップ 100 の正負一対の両電極がフリップチップ実装により、Au バンプを介して Au 層 108 とボンディング (接合) されてなり、硬化状態において弾力性に富む樹脂からなる外部反射層 201 が LEDチップ 100 の周囲に設けられ、内部反射層 202 は LEDチップの電極面と支持体上面との隙間に入り込んでいる。さらに、Au 層 108 は外部配線 701 と接続されている。

【0043】本実施例における反射層の形成方法を、図 7 および図 8 を参照しながら、以下、順を追って説明する。さらに、図 2 および図 9 に示されるような発光装置の製造方法を説明する。ここで、図 2 および図 7 は、図 9 および図 8 に示されるような発光装置あるいは支持体をそれぞれ A 面において切断したときの模式的な断面図である。

【0044】工程 1 から工程 3 までは実施例 1 と同様にして、ガラスエポキシ樹脂の板の上面に対して順に Cu 層 110、Ni 層 109、Au 層 108 を外部電極として形成した後、金型 401 を取り外し、代わりに図 7

(h) あるいは図 10 に示される形状の金型 601 を Au 層 108 上に設置する。ここで、図 7 (h) あるいは図 10 に示される形状の金型 601 は、複数の突起部分を備えている。それらの突起部分のうち、二つの突起部分 (602) が Au 層 108 上に外部配線を接続する部分をマスクし、さらに、他の二つの突起部分 (603) が Au 層 108 上にバンプをボンディングする部分をマスクする。図 7 (h) あるいは図 10 に示されるように、Au 層 108 上面のバンプ形成箇所に向かって細くなる形状 (四角錐状) の突起部分 (603) を有する金型を使用することにより、樹脂を成型した後、金型

は樹脂から剥離し易くなる。また、外部反射層 201 および内部反射層 202 は、樹脂を同一の材料として同時に成型され、外部反射層は僅かに変形するだけで LEDチップ側面に密着し、内部反射層は LEDチップのダイボンドにより押し縮められて LEDチップの電極面と支持体との間を隙間なく埋める。

【0045】金型 601 の表面には、樹脂との接触面に対してフッ素系離型剤を塗布し、約 1 μ m 程度の離型剤の膜を設けておく。このようにしておくこと、Au 層 108 上を溶融した樹脂で満たし硬化させた後、金型を取り外す際、金型に樹脂が付着せず、金型と樹脂が離れやすくなるため、作業性よく樹脂からなる反射層を成型することができる。

【0046】Au 層 108 上に金型 601 を設置した状態で、図 7 (i) に示されるように、拡散剤として使用する酸化アルミニウムを含み、溶融したシリコン樹脂を金型 601 の高さまでスキージングにより充填する。

【0047】シリコン樹脂が硬化した後、金型 601 を取り外すとシリコン樹脂を材料とした外部反射層 201 および内部反射層 202 が、バンプ形成個所を除く外部電極上面および絶縁部 113 上方に同時に成型される。ここで、外部反射層 201 の内壁はテーパ形状であって、対向する内壁との間隔の最小は LEDチップ 100 が収納可能な大きさである。また、内部反射層 202 の外壁は逆テーパ形状であって、対向する外壁との間隔の最小は、LEDチップの正負両電極の間隔とほぼ等しい。これにより、外部反射層は僅かに変形するだけで LEDチップ側面に密着し、内部反射層は LEDチップの正負両電極間から外部電極間にかけて存在することとなる。

【0048】シリコン樹脂からなる反射層を成型した後、実施例 1 と同様に Au バンプ 106 を、Au 層 108 上のバンプ設置個所に実施例 1 と同程度の量と高さになるように、バンプボンダーによりボンディングする。

【0049】次に、LEDチップの正負両電極面が、Au バンプ 106 の直上にそれぞれ位置して対向するように、LEDチップ 100 を絶縁部 113 上方に存在する内部反射層 202 の上面に載せる。

【0050】実施例 1 と同様に超音波接合方式を使用して、LEDチップ 100 の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Au バンプ 106 表面と LEDチップの正負両電極面を接触させた状態で、フリップチップ実装にて LEDチップをダイボンドする。このとき、絶縁部 113 上に存在するシリコン樹脂は、柔らかく弾力性に富むため、上記の圧力によって収縮し、また、LEDチップの電極面の隙間にもよく入り込む。また、1 つの貫通孔内の Au バンプの数は、ダイボンドにより押し縮められたシリコン樹脂の弾性力よりも LEDチップの電極と外部電極との接合力のほうが十分大きくなるように、ダイボンド前に予め調節しておく。このようにする

と、LEDチップが、シリコン樹脂の弾性力によって支持体とは逆の方向へ押し戻されることが無く、LEDチップの電極と外部電極との接合の強度は常に一定に保たれ、LEDチップの電極と外部電極との電気的導通が断たれることはないため、発光装置の製造歩留まりは低下しない。

【0051】最後に実施例1における工程7と同様にして、図2あるいは図9に示されるような発光装置が得られた。

【0052】実施例2のような構成にした発光装置は、LEDチップの電極面および側面と反射層の間に隙間がほぼ無くなる。また、LEDチップ側面と外部反射層201の内壁との間に隙間が生じると、LEDチップから出光した光が、隙間に存在する空気によって複雑に屈折することで光取り出し効率の低下を招来し、さらに、熱伝導率の低い空気を介して発光素子から放熱することにより放熱効果の低下を招くが、本実施例では隙間が生じないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例3】実施例2と同様に、図2あるいは図9に示されるような発光装置を得た後、支持体表面のうち外部配線701と接続される部分をマスクして、外部反射層201およびLEDチップの基板上にエポキシ樹脂をスキージング、あるいはスクリーン印刷することによってそれらを封止した。最後に実施例1における工程7と同様にして、図4に示すような、外部反射層201上面および発光素子基板面がエポキシ樹脂にてモールドされた発光装置が得られた。

【0053】実施例3のような構成にすると、外部反射層201の内壁とLEDチップ側面との間に生じた小さな隙間を埋めることができ、外部反射層201およびLEDチップを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護することができる。また、LEDチップ側面と外部反射層201の内壁との間に隙間が生じると、LEDチップから出光した光が該隙間に存在する空気によって複雑に屈折することで光取り出し効率の低下を招来し、さらに、発光装置は熱伝導率の低い空気を介して放熱することにより放熱効果の低下を招くが、本実施例では隙間が生じないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例4】実施例1と同様に、図1に示されるような発光装置を得た後、支持体表面のうち外部配線701と接続される部分をマスクして、LEDチップの基板上にエポキシ樹脂をスキージング、あるいはスクリーン印刷することによってLEDチップを封止した。最後に実施例1における工程7と同様にして、図3に示すような、発光素子がエポキシ樹脂にてモールドされた発光装置が得られた。

【0054】実施例4のような構成にすると、LEDチップを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護す

ることができる。

【実施例5】実施例1における発光装置を形成した後、実施例2と同様にして、Ag層の上に樹脂による反射層を形成した。

【0055】実施例5のような構成にすると、発光素子から取り出した光はAg層表面と、反射層の両方により反射されることにより、発光装置の光取り出し効率を上げることができた。

【実施例6】実施例1と同様にAuパンプ106を、Au層108上のパンプ設置個所に実施例1と同程度の量と高さになるように、パンプボンダーによりボンディングする。その後、LEDチップ100をダイボンドしようとする部分に、パンプの高さ程度の厚みでパンプを覆うように、かつLEDチップの大きさとほぼ等しい面積で広がるように液状の異方性導電層材料を供給する。

【0056】次に、LEDチップの正負両電極面が、液状の異方性導電層材料を介してAuパンプ106の直上にそれぞれ対向するように、LEDチップ100を載置する。

【0057】実施例1と同様に超音波接合方式を使用して、LEDチップ100の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Auパンプ106とLEDチップの正負両電極面を対向させた状態で、フリップチップ実装にてLEDチップをダイボンドする。

【0058】以上の工程により、図11に示されるような発光装置を形成した。本実施例により、従来例を上回る接合強度を得てLEDチップ100と外部電極との電気的導通をとることができ、さらに発光装置全体の機械的強度も従来例を上回った。また、少なくともLEDチップの電極面と、パンプ設置部分を除く外部電極表面との間には異方性導電層が存在し、隙間が全く存在しないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例7】実施例6と同様にAuパンプ106を、Au層108上のパンプ設置個所に実施例1と同程度の量と高さになるように、パンプボンダーによりボンディングする。その後、LEDチップ100をダイボンドしようとする部分に、パンプの高さ程度の厚みでパンプを覆うように、かつLEDチップの大きさとほぼ等しい面積で広がるように液状のエポキシ樹脂を供給する。なお、ここでエポキシ樹脂の代わりに絶縁性接着剤等を使用しても構わない。

【0059】次に、LEDチップの正負両電極面が、液状のエポキシ樹脂を介してAuパンプ106の直上にそれぞれ対向するように、LEDチップ100を載置する。

【0060】実施例1と同様に超音波接合方式を使用して、LEDチップ100の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Auパンプ106表面とLEDチップの正負両電極面を対向させた状態で、フリップチップ

実装にてLEDチップをダイボンドする。このとき、LEDチップの正負両電極面とAuパンプ106の表面との間に存在する液状のエポキシ樹脂は、超音波により振動するため、外部電極表面にボンディングされ固定されているAuパンプ106の上部は、エポキシ樹脂の中から露出し、LEDチップの正負両電極と接触する。従って、LEDチップの正負両電極とAuパンプ106が、間にエポキシ樹脂を介することなく接合する。

【0061】以上の工程により、異方性導電層203の代わりにエポキシ樹脂を使用して図11に示されるような発光装置を形成した。本実施例により、十分な接合強度を得てLEDチップ100と外部電極との電気的導通をとることができ、さらに発光装置全体の機械的強度も従来例を上回った。また、少なくともLEDチップの電極面と、パンプ設置部分を除く外部電極表面との間はエポキシ樹脂で満たされ、隙間が全く存在しないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例8】Auパンプ106を、LEDチップ100の正負両電極面にそれぞれ実施例6と同程度の量と高さになるように、パンプボンダーによりボンディングする。その後、LEDチップ100をダイボンドしようとする部分に、パンプの高さ程度の厚みで、かつLEDチップの大きさとほぼ等しい面積で広がるように液状のエポキシ樹脂を供給する。なお、ここでエポキシ樹脂の代わりに絶縁性接着剤等を使用しても構わない。

【0062】次に、LEDチップの正負両電極面上のAuパンプ106が、液状のエポキシ樹脂を介して外部電極の正負両電極の直上にそれぞれ対向するように、LEDチップ100を載置する。

【0063】実施例1と同様に超音波接合方式を使用して、LEDチップ100の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Auパンプ106と外部電極表面を対向させた状態で、フリップチップ実装にてLEDチップをダイボンドする。このとき、外部電極とAuパンプ106の表面との間に存在する液状のエポキシ樹脂は、超音波により激しく振動するため、LEDチップにボンディングされ固定されているAuパンプ106の下部は、上記液状のエポキシ樹脂を押し退け、外部電極表面と接触する。従って、外部電極とAuパンプ106が、間にエポキシ樹脂を介することなく接合する。

【0064】以上の工程により、異方性導電層203の代わりにエポキシ樹脂を使用して図11に示されるような発光装置を形成した。本実施例により、十分な接合強度を得てLEDチップ100と外部電極との電気的導通をとることができ、さらに発光装置全体の機械的強度も従来例を上回った。また、少なくともLEDチップの電極面と、パンプ設置部分を除く外部電極表面との間はエポキシ樹脂で満たされ、隙間が全く存在しないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まっ

た。

【0065】

【発明の効果】同一材料を少なくとも一種有するパンプを介して、発光素子の各電極と外部電極とを超音波ダイボンドすることで、同種類の金属元素を含む部分同士の接合となるため、接合強度を高く保つことが可能である。また、反射層の材料として青色より波長の短い光に対しても高反射率を保つ金属を使用した場合、青色より波長の短い光を発光する発光装置の光取り出し効率が向上する。

【0066】さらに、反射層として、硬化状態で柔らかく弾力性に富む部材を本発明に独特の形状に成型して使用した場合、光取り出し効率が向上するだけでなく、放熱効果も高まる。また、硬化状態で柔らかく弾力性に富む部材を含む反射層を予め支持体上に成型した後、LEDチップをダイボンドすることにより作業性が向上する。

【0067】

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図2】 図2は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図3】 図3は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図4】 図4は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図5】 図5は、本発明にかかる外部電極の形成工程を示す支持体の模式断面図である。

【図6】 図6は、本発明にかかる反射層の形成工程を示す支持体の模式断面図である。

【図7】 図7は、本発明にかかる反射層の形成工程を示す支持体の模式断面図である。

【図8】 図8は、本発明にかかる支持体の模式的な斜視図である。

【図9】 図9は、本発明にかかる発光装置の模式的な斜視図である。

【図10】 図10は、本発明の一実施例にかかる金型の模式的な斜視図である。

【図11】 図11は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

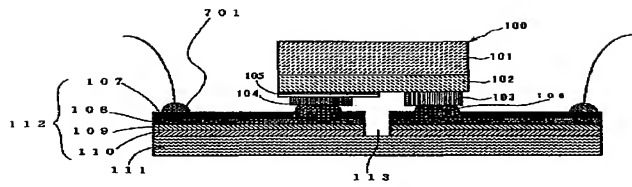
【符号の説明】

100・・・LEDチップ
101・・・サファイア基板
102・・・n型窒化物半導体
103・・・負電極
104・・・正電極
105・・・p型窒化物半導体
106・・・パンプ
107・・・Ag層

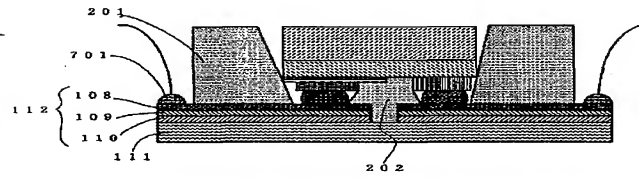
108・・・Au層
109・・・Ni層
110・・・Cu層
112・・・外部電極
113・・・絶縁部
201・・・外部反射層

202・・・内部反射層
203・・・異方性導電層
301・・・モールド部材
401、501、601・・・金型
602、603・・・金型の突起部分
701・・・外部配線

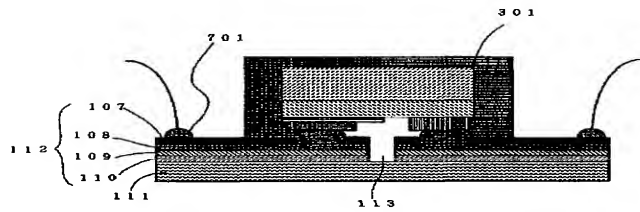
【図1】



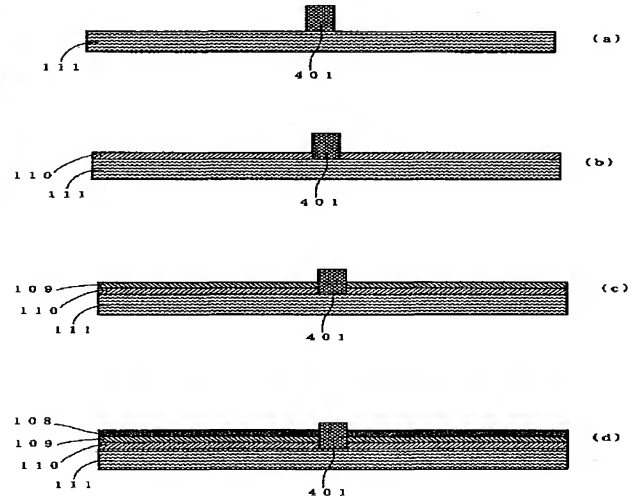
【図2】



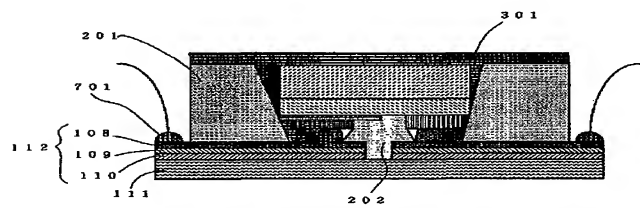
【図3】



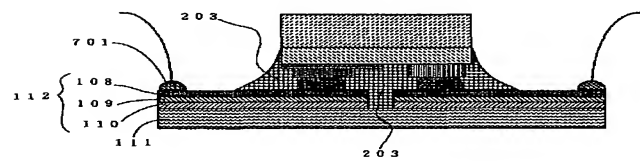
【図5】



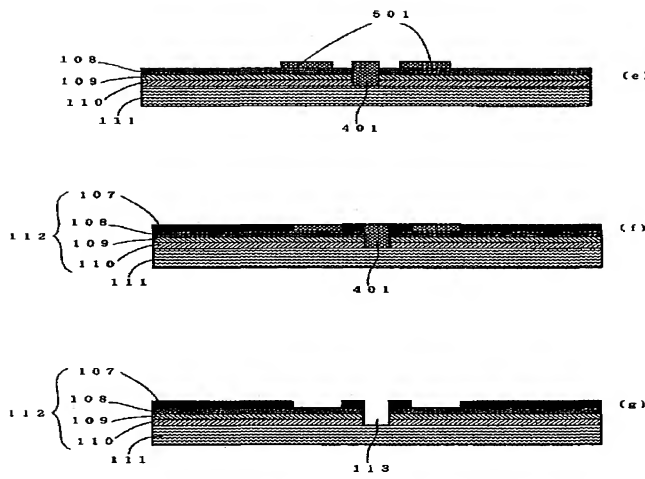
【図4】



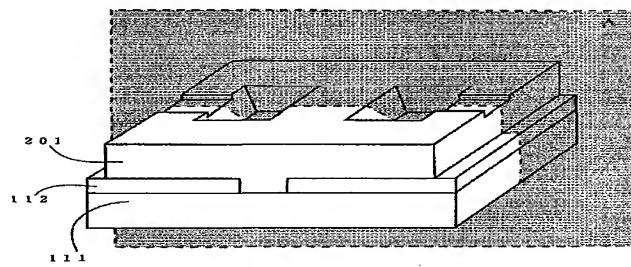
【図11】



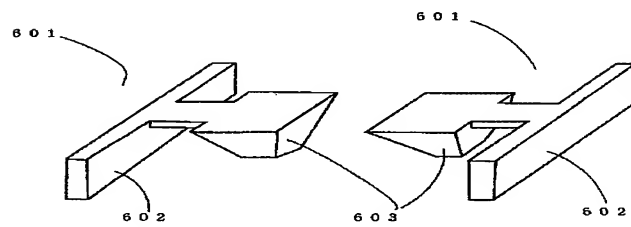
【図 6】



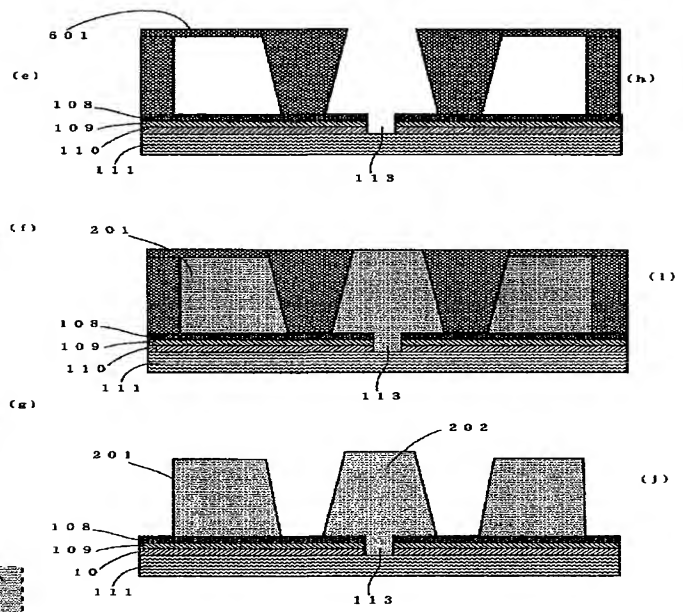
【図 8】



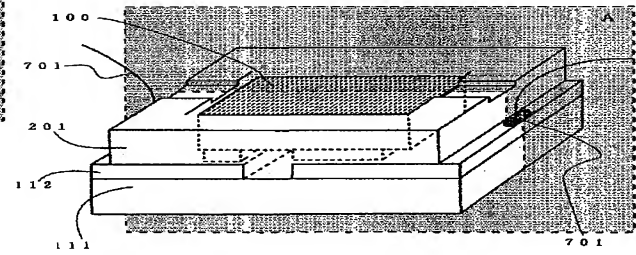
【図 10】



【図 7】



【図 9】



【手続補正書】

【提出日】平成 1 4 年 9 月 6 日 (2 0 0 2 . 9 . 6)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正内容】

【書類名】明細書

【発明の名称】発光装置およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 同一面側に正負一対の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、を備えた発光装置において、前記外部電極の上面は、貫通孔を有する反射層にて覆われ、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向していることを特徴とする発光装置。

【請求項 2】 前記発光素子は、モールド部材で封止されている請求項 1 記載の発光装置。

【請求項 3】 同一面側に正負一対の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置において、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向しており、前記各電極間から前記外部電極間にかけて、前記外部反射層と同一材料からなる内部反射層を有することを特徴とする発光装置。

【請求項 4】 前記外部反射層の内壁はテーパ形状であり、前記内部反射層の外壁は逆テーパ形状である請求項 3 に記載の発光装置。

【請求項 5】 前記外部反射層は、モールド部材を有する請求項 3 乃至 4 に記載の発光装置。

【請求項 6】 前記外部反射層および／または前記内部反射層は、前記発光素子からの発光波長によって励起され蛍光を発する蛍光物質を含有する請求項 3 乃至 5 に記載の発光装置。

【請求項 7】 同一面側に正負一対の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置の製造方法において、前記支持体上に、前記外部電極の各表面の一部が露出される貫通孔を有する反射層を、硬化状態において弾力性を有する部材にて形成する第 1 の工程と、前記各貫通孔内にそれぞれバンプを形成する第 2 の工程

と、

前記発光素子の各電極を前記バンプと対向させ、前記発光素子を前記支持体方向に押しつけ電氣的に接続させる第 3 の工程と、を有することを特徴とする発光装置の製造方法。

【請求項 8】 前記反射層は、内部に成型剤が塗布された金型にて形成される請求項 7 に記載の発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化物半導体発光素子を利用した発光装置に関わり、特に発光効率が高く、高輝度に発光可能な信頼性の高い発光装置を提供することを目的とする。

【0002】

【従来技術】LEDチップをフリップチップ実装で支持体の外部電極に接合する場合において、近年超音波を利用した新しい接合技術が登場し主流となりつつある。この超音波接合方式は、以下のようなものである。

【0003】まず、ステージ上に載置した支持体の導電体上にAuバンプを形成する。

【0004】次に、同一面側に正負両電極が設けられているLEDチップの電極面を下側にして、上記Auバンプと、LEDチップのAuを含む正負両電極面とを接触させる。

【0005】最後に、外部電極、LEDチップの正負両電極面、およびAuバンプが加温されている状態で、外部電極上面とLEDチップ電極面の間隔が狭くなるように圧力を加えながら、外部電極、LEDチップの正負両電極面、およびAuバンプに超音波振動を当てる。このときの熱と超音波振動による摩擦熱でAuバンプの支持体および正負両電極面との接触部分が融解し、これを放置冷却するとAuバンプは、支持体の導電体上面および正負両電極面に固着される。

【0006】このようにして、Auバンプを介して支持体の外部電極とLEDチップの正負両電極面とを接合し、両者の電氣的導通が図られる。

【0007】ここで、フリップチップ実装とは同一面側に正負両電極が設けられている半導体チップの電極面を下側にして、支持体の導電体に直接面接続する方法をいう。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、青色等の波長の短い光を発光するLEDチップと、Auメッキした支持体とを使用して発光装置を形成する場合、Auは青色等の波長の短い光に対して反射率が低いことから、光取り出し効率の向上が図れない。また、光反射率の高いAg等を支持体上のメッキ材料として使用した場合、支持体のAgメッキされた部分の上に形成したAu

パンプと、LEDチップのAuを含む正負両電極を接合することは、異なる材料間での接合となるため、超音波を利用した接合方式では接合強度の低下を生じ、生産性の低下を招いていた。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、を備えた発光装置において、前記外部電極の上面は、貫通孔を有する反射層にて覆われ、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するパンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向していることを特徴とする発光装置である。

【0010】本発明の請求項1に記載の構成とすることにより、同一材料を少なくとも一種有するパンプを介して、発光素子の各電極と外部電極とを超音波ダイボンドすることで、同種類の金属元素を含む部分同士の接合となるため、接合強度を高く保つことが可能である。また、反射層の材料として青色より波長の短い光に対しても高反射率を保つ金属を使用し、青色より波長の短い光を発光する発光装置とした場合、光取り出し効率を向上させることが可能である。

【0011】請求項2に記載の発明は、前記発光素子は、モールド部材で封止されていることを特徴とする請求項1記載の発光装置である。

【0012】本発明の請求項2に記載の構成とすることにより、発光素子などを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護することができる。

【0013】請求項3に記載の発明は、同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置において、前記発光素子の各電極は、前記外部電極と同一材料を少なくとも一種有するパンプを介して前記貫通孔から露出された外部電極表面と対向しており、前記各電極間から前記外部電極間にかけて、前記外部反射層と同一材料からなる内部反射層を有することを特徴とする発光装置である。

【0014】本発明の請求項3に記載の構成とすることにより、反射層として、拡散剤を含むシリコン樹脂等の柔らかく弾力性に富む樹脂を本発明に独特の形状に成型して使用すると、光取り出し効率を向上させることができるだけでなく、放熱効果も高めることができる。

【0015】請求項4に記載の発明は、前記外部反射層の内壁はテーパ形状であり、前記内部反射層の外壁は逆テーパ形状であることを特徴とする請求項3に記載の発光装置である。

【0016】本発明の請求項4に記載の構成とすることにより、外部反射層を僅かに変形させるだけでLEDチップ側面に密着させることができ、内部反射層をLED

チップの正負両電極間から外部電極間にかけて隙間なく存在させることができる。

【0017】請求項5に記載の発明は、前記外部反射層は、モールド部材を有することを特徴とする請求項3乃至4に記載の発光装置である。

【0018】本発明の請求項5に記載の構成とすることにより、発光素子などを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護することが可能である。

【0019】請求項6に記載の発明は、前記外部反射層および／または前記内部反射層は、前記発光素子からの発光波長によって励起され蛍光を発する蛍光物質を含有する請求項3乃至5に記載の発光装置である。

【0020】本発明の請求項6に記載の構成とすることにより、発光素子からの発光波長によって励起された蛍光を発する発光装置とすることができる。

【0021】請求項7に記載の発明は、同一面側に正負一對の電極を有する発光素子と、絶縁性基板表面に分離して積層された外部電極を有する支持体と、該支持体上に載置され前記発光素子を収納可能な貫通孔を有する外部反射層と、を有する発光装置の製造方法において、前記支持体上に、前記外部電極の各表面の一部が露出される貫通孔を有する反射層を、硬化状態において弾力性を有する部材にて形成する第1の工程と、前記各貫通孔内にそれぞれパンプを形成する第2の工程と、前記発光素子の各電極を前記パンプと対向させ、前記発光素子を前記支持体方向に押しつけ電氣的に接続させる第3の工程と、を有することを特徴とする発光装置の製造方法である。

【0022】本発明の請求項7に記載の方法とすることにより、反射層として、硬化状態において弾力性を有する部材を本発明に独特の形状に成型して使用し、光取り出し効率、および放熱効果を向上させた発光装置が容易に製造できる。即ち、従来はLEDチップを支持体上にダイボンドした後、LEDチップと支持体との間に樹脂等を隙間なく流し込むのは非常に手間のかかる作業であったが、本発明による方法により、反射層を支持体上に予め成型した後、LEDチップをダイボンドすることで作業性を向上させることができる。

【0023】請求項8に記載の発明は、前記反射層が、内部に離型剤が塗布された金型にて形成されることを特徴とする請求項7に記載の発光装置の製造方法である。

【0024】本発明の請求項8に記載の方法とすることにより、硬化状態において弾力性を有する部材を硬化させた後、金型を取り外す際に金型表面への該部材の付着が防止され、金型表面と該部材が剥離しやすくなるため、作業性よく反射層を成型することができる。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明者は種々の検討の結果、外部電極の上面には、貫通孔を有する反射層と貫通孔から露出された外部電極とを有し、発光素子の各電極は、貫

通孔から露出された外部電極と、外部電極に含有された同一材料を少なくとも一種以上有するバンプを介して接続することで光取り出し効率や接合強度を低下させることのない発光装置を提供することを可能とした。即ち、図 1 に示すように、本発明の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂 111 上に Cu、Ni、Au、Ag 層が順に積層され、絶縁部 113 によって分離されることにより形成された外部電極を有している。本実施例において反射層として使用される Ag 層 107 には貫通孔が設けてあり、その貫通孔によって Au 層 108 の上面が露出している。そして、本実施例にかかる発光装置は、LED チップ 100 の正負一対の両電極がフリップチップ実装により Ag 層に設けられた貫通孔内の Au バンプ 106 を介して Au 層 108 とボンディング（接合）されてなる。さらに、Ag 層 107 は外部配線 701 と接続されている。

【0026】また、図 2 に示されるように、本発明の別の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂 111 上に Cu、Ni、Au 層が順に積層され、絶縁部 113 によって分離されることにより形成された外部電極を有している。そして、本実施例にかかる発光装置は LED チップ 100 の正負一対の両電極がフリップチップ実装により、Au バンプを介して Au 層 108 とボンディング（接合）されてなり、硬化状態において弾力性に富む樹脂からなる外部反射層 201 が LED チップ 100 の周囲に設けられ、内部反射層 202 は LED チップの電極面と支持体上面との隙間に入り込んでいる。さらに、Au 層 108 は外部配線 701 と接続されている。

【0027】ここで、LED チップ 100 の負電極 103 および正電極 104 と支持体上面の外部電極とのボンディングは、超音波接合方式により行われる。

【0028】以下、本発明の実施の形態の各構成について詳述する。

〔LED チップ 100〕本発明における発光素子として、本実施の形態では LED チップ 100 が使用される。本発明において使用される半導体発光素子としては、ZnSe や GaN など種々の半導体を使用したものを挙げることができるが、蛍光物質を使用する場合には、その蛍光物質を効率良く励起できる短波長が発光可能な窒化物半導体 ($\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、 $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x+y \leq 1$) が好適に挙げられる。半導体の構造としては、MIS 接合、PIN 接合や p-n 接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

【0029】窒化物半導体を使用した場合、半導体用基

板にはサファイヤ、スピネル、SiC、Si、ZnO 等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化物半導体を量産性よく形成させるためにはサファイヤ基板を用いることが好ましい。このサファイヤ基板上に MOCVD 法などを用いて窒化物半導体を形成させることができる。サファイア基板上に GaN、AlN、GaAlN 等のバッファ層を形成し、その上に p-n 接合を有する窒化物半導体を形成させる。

【0030】窒化物半導体を使用した p-n 接合を有する発光素子例として、バッファ層上に、n 型窒化ガリウムで形成した第 1 のコンタクト層、n 型窒化アルミニウム・ガリウムで形成させた第 1 のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、p 型窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第 2 のクラッド層、p 型窒化ガリウムで形成した第 2 のコンタクト層を順に積層させたダブルヘテロ構成などが挙げられる。

【0031】窒化物半導体は、不純物をドーブしない状態で n 型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望の n 型窒化物半導体を形成させる場合は、n 型ドーパントとして Si、Ge、Se、Te、C 等を適宜導入することが好ましい。一方、p 型窒化物半導体を形成させる場合は、p 型ドーパントである Zn、Mg、Be、C、Sr、Ba 等をドーブさせる。窒化物半導体は、p 型ドーパントをドーブしただけでは p 型化しにくいいため p 型ドーパント導入後に、炉による加熱やプラズマ照射等により低抵抗化させることが好ましい。

【0032】基板にサファイア等の絶縁性基板を用いた場合、正負両電極形成後、半導体ウェハからチップ状にカットすることで、同一面側に正負両電極が設けられた窒化物半導体チップが得られ、発光素子を形成することができる。ここで、互いに平行な正負両電極を形成すると、本発明による支持体に対して安定に実装でき、また、電極間を流れる電流が均一になることにより発光素子の発光面からの発光が均一になるため好ましい。

〔外部電極 112〕本発明における外部電極 112 は、絶縁性基板上面に分離して形成される。ここで、本発明における外部電極 112 は、絶縁性基板上面の全面に形成されてもよいが、絶縁性基板上面の一部に様々な導通パターンで形成されてもよい。外部電極 112 を形成する金属は、金属相互間の接着性の良さ、いわゆる濡れ性等を考慮して選択される。Au バンプを介して、Au を含む LED チップの電極とを超音波ダイボンドにより接合する場合、接合層は Au 層とする。ここで、接合層とは、外部電極を構成する層のうちの一つであり、同一面側に正負両電極が設けられた LED チップの電極とそれぞれ対向しバンプを介して接合される上面を有する層である。

（絶縁性基板）本発明において絶縁性基板として使用されるガラスエポキシ樹脂 111 は、他のエポキシ樹脂等と比較して容易に入手可能かつ耐熱性に優れ、さらに機

械的強度も大きいため、本発明において好適に使用される。

(Cu層110) 絶縁部113が形成される部分に金型を設置したガラスエポキシ樹脂の板の上面に無電解メッキにより、Cu層110を形成する。ここで、Cuは他の金属に比較して熱伝導性がよいため、本発明の発光装置における外部電極を形成する金属として好適に利用され、Cu層は他の外部電極より厚めに形成しても構わない。また、絶縁部113が形成される部分の金型の厚さは外部電極112全体の厚さより大きいものとする。

(Ni層109) Cu層110上に、Cuに対して濡れ性のよい金属のうちの一つであるNiの層、即ちNi層109を無電解メッキにより形成する。Ni層109は、その上に形成されるAu層108より熱伝導率が低いいため、他の外部電極と比較すると、層の厚さを薄くして形成されることが好ましい。これにより発光装置の放熱性を向上させることができる。

(Au層108) Ni層109上に、Niに対して濡れ性のよい金属のうちの一つであるAuの層、即ちAu層108を電解メッキにより形成する。他の外部電極と比較すると、Auは高価であるため発光装置全体の生産コストを上げることとなる。そこで、膜厚を容易に制御してメッキすることが可能な電解メッキにより、他の外部電極より薄いAu層108を形成することが好ましい。

(Ag層107) Ag層107の貫通孔の形成個所に金型を設置した後、Au層108上に無電解メッキによりAg層107を形成する。Agは、Auに対して濡れ性のよい金属のうちの一つであり、また、発光素子から出光してきた光を反射させて発光観測面に光を取り出すための反射層としても使用される。Agが反射層として使用されると、他の外部電極と比較して青色より短い波長の光に対しても高反射率を保ち、光取り出し効率の向上が図れるため、本発明における外部電極を構成する金属として好適に使用される。Agに代わる他の金属材料としてAl、Pt、Pd、Rh、W、Ta、Re、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni等を用いて反射層を形成してもよい。特に、Agに代わる他の金属材料としてAlを用いて反射層を形成すると、Alは、他の金属材料と比較して、可視光領域の光だけでなく、青色より短い波長の光に対しても高反射率を保つため、光取り出し効率の向上が図れる。

【0033】以上のようにCu層110、Ni層109、Au層108、およびAg層107を形成した後、絶縁部113が形成される部分に設置した金型、およびAu層108上の金型を除去すると、ガラスエポキシ樹脂の板上に外部電極が形成された、本発明に独特の支持体が完成される。本発明に独特の支持体は、LEDチップの他、レーザダイオードなど、同一面側に正負一対の両電極を有する種々の半導体チップに対しても使用可能である。

【バンプ106】本発明において、LEDチップの正負両電極と外部電極とのダイボンドに使用されるバンプは、正負両電極および外部電極と同一材料を少なくとも一種有するバンプである。例えば、超音波ボンディングにおいて一般的に使用されるAuバンプ、Auを含む合金等からなるバンプである。本発明におけるLEDチップの電極に含まれる金属元素であって、反射層の貫通孔から露出された外部電極表面に含まれる金属元素でもある、Auをバンプの材料としても使用することは、同一種類の金属元素を含む材料同士の接合を行うことで接合強度が増すため好ましい。

【反射層】

(外部反射層201、内部反射層202) 本発明における反射層としては、貫通孔を有するAg層が利用される他、Ag層の代わりに、硬化状態において弾力性を有する部材、例えばシリコン樹脂を使用することにより反射層が形成される。Ag層の代わりに硬化状態において弾力性を有する部材を含む反射層を形成した発光装置の模式断面図を図2に示す。硬化状態において弾力性を有する部材としては、バンプの数も考慮しながら、LEDチップの電極と外部電極とをバンプを介して接合した際、それらの接合力の方が、収縮した部材の弾力力よりも十分大きく、接合強度の低下を招かない弾力性を有する部材が選択される。

【0034】図7(j)および図8に示されるように、LEDチップ実装前に支持体上に形成した反射層は、外部電極上のバンプ形成箇所から開口方向に広くなる形状(テーパー形状)の貫通孔を少なくとも2つ有し、ダイボンド時にLEDチップを収納可能な厚さを有する反射層である。該反射層の全体の外形は、図8に示されるような直方体型の他、円柱型、多角柱型等いかなる形でもよく、二つの貫通孔の存在により内部反射層202の周囲に外部反射層201が存在し、二カ所で両者が繋がった形となっている。外部反射層201および内部反射層202は、外部電極上に同一材料で同時成型される。また、LEDチップ実装前の上記貫通孔の形状は、円錐状、三角錐状、四角錐状等の多角錐状、等が考えられる。

【0035】本実施の形態では、硬化状態において弾力性を有する部材として、硬化後の硬度(JIS-A)32、無色透明のシリコン樹脂が使用されるが、これに限定されない。シリコン樹脂は硬化状態において柔らかく弾力性に富むため、図7(j)に示されるように外部反射層201および内部反射層202を成型した後、LEDチップを基板の側から押さえつけるようにして超音波ダイボンドすると、外部反射層201は、僅かに変形してLEDチップ側面に密着し、内部反射層202は、LEDチップの正負両電極間から外部電極間にかけて隙間なく存在する状態に変形する。従って、LEDチップの電極面あるいは側面と樹脂との間に空気がほとんど存在

せず、発光素子から出光する光が空気によって複雑に屈折したり、発光素子からの熱が熱伝導率の低い空気を介して放熱されることはないため、光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まる。特に、LEDチップの正負両電極間から外部電極間にかけて絶縁部113上方に形成される内部反射層202は、ダイボンドの前に予め、外部配線701を接続する側の外部反射層201の高さより数十 μ m厚く形成される。そのため、LEDチップがダイボンドされる際、内部反射層202は、加圧により押し縮められるが柔らかく弾力性に富むため、LEDチップの電極面と支持体との間に生じる小さな隙間にも入り込み、該隙間は内部反射層を形成する樹脂で満たされる。従来は、LEDチップを支持体にダイボンドした後、LEDチップの電極面と支持体との間に生じた隙間を埋めるためにLEDチップの横方向から溶融状態の樹脂を流し込む作業が必要であったが、完全に隙間無く樹脂を流し込むのは非常に手間のかかる作業であり、作業性を低下させていた。しかし、本発明においては、反射層を支持体上に樹脂にて予め成型した後、LEDチップをダイボンドすることにより作業性を向上させることができる。

(金型601) 硬化状態において弾力性を有する部材を含む反射層における上記貫通孔は、図7(h)あるいは図10に示されるように、Au層108上のバンプ形成箇所に向かって細くなる形状(円錐状、三角錐状、四角錐状等の逆テーパ形状)の部分有する金型601を使用することにより成型される。このような形状部分を有する金型を使用して樹脂を成型後すると、金型は樹脂から剥離し易くなるため好ましい。さらに、このような形状の金型により成型された樹脂は変形し易いため、外部反射層はLEDチップ側面に密着し、内部反射層はLEDチップの正負両電極間から外部電極間にかけて隙間なく存在することとなる。

(離型剤) 金型は、樹脂との接触面に離型剤を塗布され、離型剤の膜が形成されていることが好ましい。このようにしておくと、Au層108上を溶融した樹脂で満たし、樹脂を硬化させた後、金型を取り外す際、金型に樹脂が付着せず、金型と樹脂が離れやすくなるため、作業性よく成型することができる。本実施の形態においては、離型剤としてフッ素系離型剤を使用した。このフッ素系離型剤は、型汚れし難いため、成型する樹脂の表面を汚して透光性の低下を引き起こすことがなく、さらにフッ素系化合物特有の低表面張力、非粘着性、撥水撥油性等を有しており、本実施例のような複雑な形状を有する金型を使用して樹脂を含む反射層を成型する際に最も適している。

(拡散剤) 本実施の形態における反射層として使用される樹脂には、発光装置の発光輝度を向上させるために拡散剤を含有させる。外部反射層201、および内部反射層202に含有される拡散剤は、発光素子から放出され

る光のうち発光観測面側に放出される光の散乱吸収を少なくし、光反射層側面に向かう光を多く散乱させることで発光装置の発光輝度を向上させるものである。このような拡散剤としては、酸化バリウム、チタン酸バリウム、酸化バリウム、酸化珪素、酸化チタン、酸化アルミニウム等の無機部材やメラミン樹脂、CTUGアナミン樹脂、ベンゾグアナミン樹脂などの有機部材が好適に用いられる。

【0036】同様に、外来光や発光素子からの不要な波長をカットするフィルター効果を持たすために各種着色剤を添加させることもできる。さらに、発光素子からの発光波長によって励起され蛍光を発する蛍光物質を含有させることもできる。また、樹脂の内部応力を緩和させる各種フィラーを含有させることもできる。

〔モールド部材301〕本発明において、モールド部材301は、LEDチップ100および反射層201を封止し、又はLEDチップ100と外部反射層201の内壁との隙間を埋め、発光素子などを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護するために用いられる。モールド部材301の形状を種々に変えることによって発光素子から放出される光や受光素子が受光する光の指向特性を種々選択することができる。即ち、モールド部材301の形状を凸レンズ形状、凹レンズ形状とすることによってレンズ効果をもたすことができる。そのため、所望に応じて、ドーム型、発光観測面側から見て楕円状、立方体、三角柱など種々の形状を選択することができる。

【0037】光半導体素子用の具体的モールド部材としては、耐光性、透光性に優れたエポキシ樹脂、アクリル樹脂、イミド樹脂、シリコン樹脂などの有機物質や硝子など無機物質を選択することができる。また、モールド部材に発光素子からの光を拡散させる目的で酸化アルミニウム、酸化バリウム、チタン酸バリウム、酸化珪素などを含有させることもできる。同様に外来光や発光素子からの不要な波長をカットするフィルター効果を持たすために各種着色剤を添加させることもできる。さらに、発光素子からの発光波長によって励起され蛍光を発する蛍光物質を含有させる。また、モールド樹脂の内部応力を緩和させる各種フィラーを含有させることもできる。

(異方性導電層) 本実施の形態において、上記発光素子は、正負一對の電極が設けられた電極形成面側が支持体上の外部電極と対向するように載置され、連続した異方性導電層を介してフリップチップ実装されてもよい。即ち、上述した外部反射層201および内部反射層202に変えて、該外部反射層201および内部反射層202と同じ位置に異方性導電層を形成しても構わない。

【0038】本発明において異方性導電層は、熱可塑性又は熱硬化性を有する有機物又は無機物からなる接着剤中に、発光素子からの光を効率よく反射することが可能であって、かつ導電性を有する導電粒子が分散されてい

る。具体的導電粒子として、Ni 粒子や、プラスチック、シリカ等の粒子表面にNi やAu 等からなる金属コート有するものが挙げられる。本発明において導電粒子の含有量は、前記接着剤に対して0.3vol%以上1.2vol%以下が好ましく、このような異方性導電層は、発光素子を実装する際の加熱及び加圧により容易に層の膜厚方向間において高い導電性を得ることができる。一方、層の面方向では導電粒子の充填量が少ないため導電粒子同士の接触による隣接電極間の短絡が発生せず高い絶縁性を維持することができる。より好ましくは、異方性導電層において 1mm^3 当たりの粒子数が3500個以上5000個以下であると、各電極間のピッチが狭い小型発光素子を信頼性高く基面上の外部電極と微細接続することができる。更に、異方性導電層にて発光素子からの光を効率よく反射散乱させることができる。

【0039】本発明において、前記異方性導電層は、それぞれ対向した発光素子表面と外部電極面との間を密閉していると共に、発光素子の側方端面の一部を直接被覆している。これにより、発光素子から発光される光の一部を異方性導電層中に取り込み、前記異方性導電層中の導電粒子にて反射散乱し、発光装置の正面方向へ光を取り出すことができる。また、LEDチップの電極面と外部電極表面との間には異方性導電層の存在により、隙間が全く存在せず、光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まる。

【0040】本発明の一実施例における発光装置の形成方法として、液状の異方性導電層材料が、外部電極表面に予め形成したバンプを適度に覆い、かつチップの大きさ程度に広がる状態にした後に超音波接合を行う方法をとる。このような形成方法とすると、チップの電極面と外部電極表面は、異方性導電層に含まれる接着剤、およびバンプの両方を介して接合されるため、その接合強度が倍増する。更には、所望の形状に電極を折り曲げる工程を行う際に発光装置全体に外力が加わった場合であっても、弾力性に富んだ樹脂を含む異方性導電層にて応力が緩和され上記接合を保持することができるので、信頼性の高い発光装置とすることが可能である。

【0041】

【実施例】以下、本発明に係る実施例について詳述する。なお、本発明は以下に示す実施例のみに限定されるものではない。

【実施例1】図1に示すように、本発明の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂111上にCu、Ni、Au、Ag層が順に積層され、絶縁部113によって分離されることにより形成された外部電極を有している。本実施例において反射層として使用されるAg層107には貫通孔が設けてあり、その貫通孔によってAu層108の上面が露出している。そして、本実施例にかかる発光装置はLEDチップ100の正負一対の

両電極がフリップチップ実装により、Ag層に設けられた貫通孔内のAuバンプを介してAu層108とボンディング（接合）されてなる。さらに、Ag層107は外部配線701と接続されている。

【0042】本実施例における外部電極112の形成方法を、図5および図6を参照しながら、以下、順を追って説明する。さらに、図1に示されるような発光装置の製造方法を説明する。

（工程1）図5（a）および（b）に示すように、ガラスエポキシ樹脂板の上面の所定の位置に、外部電極112の厚さ以上の厚さを有する金型401を設置した後、銅の融解液に浸し、無電解メッキにより、ガラスエポキシ樹脂の板上に厚さ $18\sim 70\mu\text{m}$ のCu層110を形成する。ここで、ガラスエポキシ樹脂の板の上面は、LEDチップ基板の上面よりも十分大きい面積を有し、さらにガラスエポキシ樹脂の板の厚さは任意であるものとする。また、本工程で使用する金型401は、外部電極を絶縁分離させる絶縁部113を形成させるためにマスクとして使用するものである。

（工程2）Cu層110を形成した後、支持体をニッケルの融解液に浸し、無電解メッキにより、図5（c）に示されるような厚さ $4.0\mu\text{m}$ のNi層110をCu層110上に形成する。

（工程3）Ni層109を形成した後、支持体を金の融解液に浸し、電解メッキにより膜厚を制御しながら、図5（d）に示されるような厚さ $0.3\sim 2.0\mu\text{m}$ のAu層108をNi層109上に形成する。

（工程4）接合層となるAu層108を形成した後、図6（e）に示されるように、Au層108上のバンプ設置個所に金型501を設置し、支持体を銀の融解液に浸し、無電解メッキにより、図5（f）に示されるように、Au層108上に厚さ $5.0\mu\text{m}$ のAg層107を形成する。ここで、本工程において使用する金型501は、Ag層107に対して貫通孔を設けるためにマスクとして使用するものである。

（工程5）金型401及び501を取り外すことにより、図6（g）に示されるように、上面に外部電極112が形成された支持体を得ることができる。即ち、ガラスエポキシ樹脂111上にCu、Ni、Au、Ag層が順に積層され、絶縁部113によって分離されることにより外部電極112が形成されている。本実施例において反射層として使用されるAg層107に対しては貫通孔が設けてあり、その貫通孔によりAu層108上面が露出している。

（工程6）以上の工程により形成された2つの貫通孔内のAu層108上面に、Auバンプ106をそれぞれバンプボンダーによりボンディングする。ここで、それぞれの貫通孔内に複数のバンプをボンディングしてもよい。このようにバンプの数を増やすと、LEDチップの正負両電極と外部電極のAu層108との接合強度が高

まるため好ましい。Auバンプ106の高さはAg層107の厚さより十分高く、かつAuバンプ106の量はLEDチップの正負両電極と外部電極のAu層108との電気的導通が取れる程度であることが好ましい。このようにバンプの量を調節すると、LEDチップの電極103、104の大きさが貫通孔の内径よりも大きく貫通孔内に電極が入り込めない場合でも、LEDチップの電極103、104は、貫通孔の上方でAuバンプと接触しAuバンプを介して外部電極のAu層108と接合するため、LEDチップの正負両電極と外部電極のAu層108との電気的導通を確実にし製造歩留まりの低下を防ぐことができる。本実施例では、最大径が約80 μ m、最大高さが約40 μ mのAuバンプをボンディングした。

【0043】Auバンプ106上面にLEDチップの正負両電極面を接触させ、保温状態にあるLEDチップの基板の側から加圧しながら超音波を当てることにより、Auバンプ106を介してLEDチップの正負両電極とAu層108とを対向させて接合した。上記Auバンプを介した接合強度は、バンプ一個当たり、約50gfであった。

(工程7) 最後に、LEDチップごとに支持体をカットし、外部配線701と接続すると、図1に示されるような発光装置が一度に複数個得られる。なお、同一の支持体上に複数のLEDチップがダイボンディングされているように支持体をカットしても構わない。また、カット後の支持体の形状は、矩形の他、如何なる形状でも構わない。

【0044】実施例1のような構成にすると、LEDチップの電極材料として使用されるAuをバンプの材料としても使用しており、同一の金属を使用することで接合強度が増すため好ましい。さらに、Au層108上のバンプ設置個所以外に形成されているAg層107は、Au等と比較して青色より短い波長の光に対しても高反射率を保つため、反射層として使用すると、光取り出し効率の向上を図ることができる。

〔実施例2〕図2あるいは図9に示されるように、本発明の別の一実施例に使用される支持体は、ガラスエポキシ樹脂111上にCu、Ni、Au層が順に積層され、絶縁部113によって分離されることにより形成された外部電極を有している。そして、本実施例にかかる発光装置はLEDチップ100の正負一対の両電極がフリップチップ実装により、Auバンプを介してAu層108とボンディング(接合)されてなり、硬化状態において弾力性に富む樹脂からなる外部反射層201がLEDチップ100の周囲に設けられ、内部反射層202はLEDチップの電極面と支持体上面との隙間に入り込んでいる。さらに、Au層108は外部配線701と接続されている。

【0045】本実施例における反射層の形成方法を、図7および図8を参照しながら、以下、順を追って説明す

る。さらに、図2および図9に示されるような発光装置の製造方法を説明する。ここで、図2および図7は、図9および図8に示されるような発光装置あるいは支持体をそれぞれA面において切断したときの模式的な断面図である。

【0046】工程1から工程3までは実施例1と同様にして、ガラスエポキシ樹脂の板の上面に対して順にCu層110、Ni層109、Au層108を外部電極として形成した後、金型401を取り外し、代わりに図7

(h)あるいは図10に示される形状の金型601をAu層108上に設置する。ここで、図7(h)あるいは図10に示される形状の金型601は、複数の突起部分を備えている。それらの突起部分のうち、二つの突起部分(602)がAu層108上面にて外部配線を接続する部分をマスクし、さらに、他の二つの突起部分(603)がAu層108上面にてバンプをボンディングする部分をマスクする。図7(h)あるいは図10に示されるように、Au層108上面のバンプ形成箇所に向かって細くなる形状(四角錐状)の突起部分(603)を有する金型を使用することにより、樹脂を成型した後、金型は樹脂から剥離し易くなる。また、外部反射層201および内部反射層202は、樹脂を同一の材料として同時に成型され、外部反射層は僅かに変形するだけでLEDチップ側面に密着し、内部反射層はLEDチップのダイボンディングにより押し縮められてLEDチップの電極面と支持体との間を隙間なく埋める。

【0047】金型601の表面には、樹脂との接触面に対してフッ素系離型剤を塗布し、約1 μ m程度の離型剤の膜を設けておく。このようにしておくこと、Au層108上を溶融した樹脂で満たし硬化させた後、金型を取り外す際、金型に樹脂が付着せず、金型と樹脂が離れやすくなるため、作業性よく樹脂からなる反射層を成型することができる。

【0048】Au層108上に金型601を設置した状態で、図7(i)に示されるように、拡散剤として使用する酸化アルミニウムを含み、溶融したシリコン樹脂を金型601の高さまでスキージングにより充填する。

【0049】シリコン樹脂が硬化した後、金型601を取り外すとシリコン樹脂を材料とした外部反射層201および内部反射層202が、バンプ形成個所を除く外部電極上面および絶縁部113上方に同時に成型される。ここで、外部反射層201の内壁はテーパー形状であって、対向する内壁との間隔の最小はLEDチップ100が収納可能な大きさである。また、内部反射層202の外壁は逆テーパー形状であって、対向する外壁との間隔の最小は、LEDチップの正負両電極の間隔とほぼ等しい。これにより、外部反射層は僅かに変形するだけでLEDチップ側面に密着し、内部反射層はLEDチップの正負両電極間から外部電極間にかけて存在することとなる。

【0050】シリコン樹脂からなる反射層を成型した後、実施例1と同様にAuパンプ106を、Au層108上のパンプ設置個所に実施例1と同程度の量と高さになるように、パンプボンダーによりボンディングする。

【0051】次に、LEDチップの正負両電極面が、Auパンプ106の直上にそれぞれ位置して対向するように、LEDチップ100を絶縁部113上方に存在する内部反射層202の上面に載せる。

【0052】実施例1と同様に超音波接合方式を使用して、LEDチップ100の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Auパンプ106表面とLEDチップの正負両電極面を接触させた状態で、フリップチップ実装にてLEDチップをダイボンドする。このとき、絶縁部113上に存在するシリコン樹脂は、柔らかく弾力性に富むため、上記の圧力によって収縮し、また、LEDチップの電極面の隙間にもよく入り込む。また、1つの貫通孔内のAuパンプの数は、ダイボンドにより押し縮められたシリコン樹脂の弾性力よりもLEDチップの電極と外部電極との接合力のほうが十分大きくなるように、ダイボンド前に予め調節しておく。このようにすると、LEDチップが、シリコン樹脂の弾性力によって支持体とは逆の方向へ押し戻されることが無く、LEDチップの電極と外部電極との接合の強度は常に一定に保たれ、LEDチップの電極と外部電極との電気的導通が断たれることはないため、発光装置の製造歩留まりは低下しない。

【0053】最後に実施例1における工程7と同様にして、図2あるいは図9に示されるような発光装置が得られた。

【0054】実施例2のような構成にした発光装置は、LEDチップの電極面および側面と反射層の間に隙間がほぼ無くなる。また、LEDチップ側面と外部反射層201の内壁との間に隙間が生じると、LEDチップから出光した光が、隙間に存在する空気によって複雑に屈折することで光取り出し効率の低下を招来し、さらに、熱伝導率の低い空気を介して発光素子から放熱することにより放熱効果の低下を招くが、本実施例では隙間が生じないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例3】実施例2と同様に、図2あるいは図9に示されるような発光装置を得た後、支持体表面のうち外部配線701と接続される部分をマスクして、外部反射層201およびLEDチップの基板上にエポキシ樹脂をスキージング、あるいはスクリーン印刷することによってそれらを封止した。最後に実施例1における工程7と同様にして、図4に示すような、外部反射層201上面および発光素子基板面がエポキシ樹脂にてモールドされた発光装置が得られた。

【0055】実施例3のような構成にすると、外部反射層201の内壁とLEDチップ側面との間に生じた小さ

な隙間を埋めることができ、外部反射層201およびLEDチップを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護することができる。また、LEDチップ側面と外部反射層201の内壁との間に隙間が生じると、LEDチップから出光した光が該隙間に存在する空気によって複雑に屈折することで光取り出し効率の低下を招来し、さらに、発光装置は熱伝導率の低い空気を介して放熱することにより放熱効果の低下を招くが、本実施例では隙間が生じないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例4】実施例1と同様に、図1に示されるような発光装置を得た後、支持体表面のうち外部配線701と接続される部分をマスクして、LEDチップの基板上にエポキシ樹脂をスキージング、あるいはスクリーン印刷することによってLEDチップを封止した。最後に実施例1における工程7と同様にして、図3に示すような、発光素子がエポキシ樹脂にてモールドされた発光装置が得られた。

【0056】実施例4のような構成にすると、LEDチップを外部環境からの外力、塵芥や水分などから保護することができる。

【実施例5】実施例1における発光装置を形成した後、実施例2と同様にして、Ag層の上に樹脂による反射層を形成した。

【0057】実施例5のような構成にすると、発光素子から取り出した光はAg層表面と、反射層の両方により反射されることにより、発光装置の光取り出し効率を上げることができた。

【実施例6】実施例1と同様にAuパンプ106を、Au層108上のパンプ設置個所に実施例1と同程度の量と高さになるように、パンプボンダーによりボンディングする。その後、LEDチップ100をダイボンドしようとする部分に、パンプの高さ程度の厚みでパンプを覆うように、かつLEDチップの大きさとほぼ等しい面積で広がるように液状の異方性導電層材料を供給する。

【0058】次に、LEDチップの正負両電極面が、液状の異方性導電層材料を介してAuパンプ106の直上にそれぞれ対向するように、LEDチップ100を載置する。

【0059】実施例1と同様に超音波接合方式を使用して、LEDチップ100の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Auパンプ106とLEDチップの正負両電極面を対向させた状態で、フリップチップ実装にてLEDチップをダイボンドする。

【0060】以上の工程により、図11に示されるような発光装置を形成した。本実施例により、従来例を上回る接合強度を得てLEDチップ100と外部電極との電気的導通をとることができ、さらに発光装置全体の機械的強度も従来例を上回った。また、少なくともLEDチップの電極面と、パンプ設置部分を除く外部電極表面と

の間には異方性導電層が存在し、隙間が全く存在しないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例 7】実施例 6 と同様に Au パンプ 106 を、Au 層 108 上のパンプ設置個所に実施例 1 と同程度の量と高さになるように、パンプボンダーによりボンディングする。その後、LED チップ 100 をダイボンドしようとする部分に、パンプの高さ程度の厚みでパンプを覆うように、かつ LED チップの大きさとほぼ等しい面積で広がるように液状のエポキシ樹脂を供給する。なお、ここでエポキシ樹脂の代わりに絶縁性接着剤等を使用しても構わない。

【0061】次に、LED チップの正負両電極面が、液状のエポキシ樹脂を介して Au パンプ 106 の直上にそれぞれ対向するように、LED チップ 100 を載置する。

【0062】実施例 1 と同様に超音波接合方式を使用して、LED チップ 100 の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Au パンプ 106 表面と LED チップの正負両電極面を対向させた状態で、フリップチップ実装にて LED チップをダイボンドする。このとき、LED チップの正負両電極面と Au パンプ 106 の表面との間に存在する液状のエポキシ樹脂は、超音波により振動するため、外部電極表面にボンディングされ固定されている Au パンプ 106 の上部は、エポキシ樹脂の中から露出し、LED チップの正負両電極と接触する。従って、LED チップの正負両電極と Au パンプ 106 が、間にエポキシ樹脂を介することなく接合する。

【0063】以上の工程により、異方性導電層 203 の代わりにエポキシ樹脂を使用して図 11 に示されるような発光装置を形成した。本実施例により、十分な接合強度を得て LED チップ 100 と外部電極との電気的導通をとることができ、さらに発光装置全体の機械的強度も従来例を上回った。また、少なくとも LED チップの電極面と、パンプ設置部分を除く外部電極表面との間はエポキシ樹脂で満たされ、隙間が全く存在しないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【実施例 8】Au パンプ 106 を、LED チップ 100 の正負両電極面にそれぞれ実施例 6 と同程度の量と高さになるように、パンプボンダーによりボンディングする。その後、LED チップ 100 をダイボンドしようとする部分に、パンプの高さ程度の厚みで、かつ LED チップの大きさとほぼ等しい面積で広がるように液状のエポキシ樹脂を供給する。なお、ここでエポキシ樹脂の代わりに絶縁性接着剤等を使用しても構わない。

【0064】次に、LED チップの正負両電極面上の Au パンプ 106 が、液状のエポキシ樹脂を介して外部電極の正負両電極の直上にそれぞれ対向するように、LED チップ 100 を載置する。

【0065】実施例 1 と同様に超音波接合方式を使用して、LED チップ 100 の基板面に対して支持体の方へ垂直に圧力を加え、Au パンプ 106 と外部電極表面を対向させた状態で、フリップチップ実装にて LED チップをダイボンドする。このとき、外部電極と Au パンプ 106 の表面との間に存在する液状のエポキシ樹脂は、超音波により激しく振動するため、LED チップにボンディングされ固定されている Au パンプ 106 の下部は、上記液状のエポキシ樹脂を押し退け、外部電極表面と接触する。従って、外部電極と Au パンプ 106 が、間にエポキシ樹脂を介することなく接合する。

【0066】以上の工程により、異方性導電層 203 の代わりにエポキシ樹脂を使用して図 11 に示されるような発光装置を形成した。本実施例により、十分な接合強度を得て LED チップ 100 と外部電極との電気的導通をとることができ、さらに発光装置全体の機械的強度も従来例を上回った。また、少なくとも LED チップの電極面と、パンプ設置部分を除く外部電極表面との間はエポキシ樹脂で満たされ、隙間が全く存在しないため、発光装置の光取り出し効率が向上し、放熱効果も高まった。

【0067】

【発明の効果】同一材料を少なくとも一種有するパンプを介して、発光素子の各電極と外部電極とを超音波ダイボンドすることで、同種類の金属元素を含む部分同士の接合となるため、接合強度を高く保つことが可能である。また、反射層の材料として青色より波長の短い光に対しても高反射率を保つ金属を使用した場合、青色より波長の短い光を発光する発光装置の光取り出し効率が向上する。

【0068】さらに、反射層として、硬化状態で柔らかく弾力性に富む部材を本発明に独特の形状に成型して使用した場合、光取り出し効率が向上するだけでなく、放熱効果も高まる。また、硬化状態で柔らかく弾力性に富む部材を含む反射層を予め支持体上に成型した後、LED チップをダイボンドすることにより作業性が向上する。

【0069】

【図面の簡単な説明】

【図 1】 図 1 は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図 2】 図 2 は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図 3】 図 3 は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図 4】 図 4 は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【図 5】 図 5 は、本発明にかかる外部電極の形成工程を示す支持体の模式断面図である。

【図 6】 図 6 は、本発明にかかる反射層の形成工程を

示す支持体の模式断面図である。

【図 7】 図 7 は、本発明にかかる反射層の形成工程を示す支持体の模式断面図である。

【図 8】 図 8 は、本発明にかかる支持体の模式的な斜視図である。

【図 9】 図 9 は、本発明にかかる発光装置の模式的な斜視図である。

【図 1 0】 図 1 0 は、本発明の一実施例にかかる金型の模式的な斜視図である。

【図 1 1】 図 1 1 は、本発明の一実施例による発光装置の模式断面図である。

【符号の説明】

1 0 0 . . . L E D チップ

1 0 1 . . . サファイア基板

1 0 2 . . . n 型窒化物半導体

1 0 3 . . . 負電極

1 0 4 . . . 正電極

1 0 5 . . . p 型窒化物半導体

1 0 6 . . . バンプ

1 0 7 . . . A g 層

1 0 8 . . . A u 層

1 0 9 . . . N i 層

1 1 0 . . . C u 層

1 1 2 . . . 外部電極

1 1 3 . . . 絶縁部

2 0 1 . . . 外部反射層

2 0 2 . . . 内部反射層

2 0 3 . . . 異方性導電層

3 0 1 . . . モールド部材

4 0 1、5 0 1、6 0 1 . . . 金型

6 0 2、6 0 3 . . . 金型の突起部分

7 0 1 . . . 外部配線